

O Impacto da Adoção de Etiquetas de Rádio Frequência: um Estudo Multicasos no Rio Grande do Sul

Autoria: Eliana Andréa Severo, Maurício De Conto, Guilherme Cunha Malafaia, Eric Dorion

Resumo

Com a globalização, o cenário competitivo dos últimos anos tem levado as organizações a fazerem transformações em seu sistema de gerenciamento logístico em direção à gestão integrada da cadeia de suprimentos. A integração das atividades da cadeia de suprimentos e as tecnologias para realizar esta integração competitiva se tornaram necessidades na maioria das indústrias. A Tecnologia da Informação (TI) é uma ferramenta que pode ajudar a superar os problemas que afetam as cadeias de suprimento. Uma série de TI vem sendo utilizadas para auxiliarem a Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM), para que seja possível o processamento de mais informação, de maneira mais precisa, com maior frequência, de uma quantidade maior de fontes dispersas geograficamente. Neste cenário, atualmente uma importante TI utilizada nos domínios da indústria transformadora e logística é a *Radio Frequency Identification (RFID)*. A *RFID* surgiu como parte de uma nova forma interorganizacional de sistema que visa melhorar a eficiência dos processos na cadeia de suprimentos. A *RFID* é uma tecnologia emergente substituta aos códigos de barras tradicionais, também é uma tecnologia de transformação que pode ajudar a reduzir desperdício, limitar roubos, gerir inventários, simplificar a logística e até aumentar a produtividade. Uma das maiores vantagens dos sistemas baseados em *RFID* é o fato de permitir a codificação em ambientes hostis e em produtos onde o uso de código de barras não é eficiente. Entretanto, apesar da importância dos investimentos em TI para a eficiência da SCM, percebe-se a escassez de estudos que visam avaliar os impactos da TI na gestão das cadeias. Este estudo tem como objetivo identificar a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos, procurando constatar vantagens e desvantagens, verificar os valores e os indicadores alcançados no nível operacional e gerencial. Para tanto se analisou três importantes empresas da região central do Rio Grande do Sul. Todas as empresas analisadas são líderes em seus segmentos de atuação, a primeira empresa atua no processamento de fumo, a segunda no ramo metal-mecânico e a terceira é fabricante de componentes eletro-eletrônicos. Trata-se de um estudo exploratório, com uma abordagem qualitativa, mediante um estudo multicasos. Com base na análise dos dados, constatou-se que as empresas apresentam vantagens com a adoção dessa tecnologia, apesar das empresas atuarem em cadeias distintas, as vantagens se deram através de melhorias nos serviços internos (transporte, armazenagem, informação), como uma maior acuracidade nas informações, melhoria dos serviços e eficiência operacional. Também foi identificada a oportunidade de expandir o sistema para toda a cadeia de suprimentos, aumentando ainda mais os benefícios. Apesar da utilização de identificação de produtos através de rádio frequência possuir um elevado investimento inicial, seus benefícios transpassam as barreiras iniciais e demonstram, além de muitos benefícios identificados logo após a sua implantação, um grande potencial ainda por ser explorado, principalmente no que se refere a integração com a cadeia de suprimentos.

1 Introdução

Com a globalização, o cenário competitivo dos últimos anos tem levado as organizações a fazerem transformações em seu sistema de gerenciamento logístico em direção à gestão integrada da cadeia de suprimentos. Conforme Courá (2003, p. 12), “a logística vem apresentando uma evolução constante, sendo hoje um dos elementos-chave na estratégia competitiva das empresas”, ainda diz que “é fator fundamental da cadeia produtiva integrada, atuando em estreita consonância com o moderno gerenciamento da cadeia de suprimentos”.

A integração das atividades da cadeia de suprimentos e as tecnologias para realizar esta integração competitiva se tornaram necessidades na maioria das indústrias (Patterson, Grimm, & Corsi, 2003). Conforme Mollenkopf and Dapiran (2005), em um estudo que reúne grande número de empresas da Austrália e Nova Zelândia, o gerenciamento da cadeia de suprimentos e a logística estão ganhando reconhecimento em organizações de todo o mundo. Os autores constataram que importância deste trabalho decorre da localização geográfica destes países, que exige especial competência logística, pois quando se trata de interagir com mercados globais é necessário utilizar técnicas logísticas que permitam criar algum tipo de vantagem competitiva.

Para Li and Kumar (2005) o ambiente de negócios atualmente é caracterizado pela intensa competição global, que obriga as empresas a buscarem reduções contínuas de custo e novas oportunidades, bem como pelo gerenciamento da cadeia de suprimentos, que se tornou um meio de adicionar valor ao produto e aumentar a vantagem competitiva da organização.

Neste sentido, vários autores afirmam que a Tecnologia da Informação (TI) é uma ferramenta que pode ajudar a superar os problemas que afetam as cadeias de suprimento (Chopra & Meindl, 2003; Fldens & Maçada, 2004a; Fiala, 2005; Yee, 2005). Uma série de tecnologias, tais como o Sistema Integrado de Gestão (ERP), os sistemas legados, o desenho assistido por computador, o Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI), o Sistema de Gestão de Armazéns (WMS), o rastreamento de frotas, o código de barra, o Sistema de Gestão de Relacionamento com Clientes (CRM), a *Radio Frequency Identification (RFID)*, entre outras, estão sendo utilizadas para que seja possível o processamento de mais informação, de maneira mais precisa, com maior frequência, de uma quantidade maior de fontes dispersas geograficamente (Boyson, Corsi, & Verbraeck, 2003; Feldens & Maçada, 2004b; Samaddar, Nargundkar, & Daley, 2006).

Dentre as ferramentas citadas a *RFID* é utilizada nos domínios da indústria transformadora e logística. Surgiu como parte de uma nova forma interorganizacional de sistema que visa melhorar a eficiência dos processos na cadeia de suprimentos. A *RFID* tem assumido um papel importante no apoio do processo logístico da gestão da cadeia de suprimentos, é considerada como uma tecnologia promissora para a otimização de processos na cadeia, devido à sua capacidade para identificar, classificar e gerenciar o fluxo de bens e informações, em toda a gestão da cadeia (Asif & Mandviwalla, 2005).

Entretanto, apesar da importância dos investimentos em TI para a eficiência da Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM), percebe-se uma lacuna na avaliação dos impactos da *RFID* na gestão das cadeias de suprimentos (Byrd & Davidson, 2003; Gunasekaran & Ngai, 2004), resultando na oportunidade de pesquisa explorada pelo presente trabalho.

Tendo em vista o contexto acima, esta pesquisa tem como objetivo identificar a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos, procurando constatar vantagens e desvantagens na adoção desta tecnologia da informação. Além desta seção introdutória, este artigo está organizado nas seguintes seções: revisão da literatura acerca dos temas inerentes à cadeia de suprimentos e logística, à tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos e à tecnologia *RFID*; metodologia empregada; resultados e discussões e considerações finais.

2 Revisão da literatura

2.1 Cadeia de suprimentos e logística

Conforme Gaither e Frazier (2002, p. 427), “uma cadeia de suprimentos refere-se à maneira pela qual os materiais fluem através de diferentes organizações, iniciando com as matérias-primas e encerrando com os produtos acabados entregues ao consumidor”. Neste contexto, para Slack, Chambers, Harland, Harrison e Hnston (1997) as cadeias de suprimentos são os ramos das redes de suprimentos.

As atividades chaves da cadeia de suprimentos incluem o planejamento de produção, a compra, a gerência de materiais, a distribuição, o serviço de atenção ao cliente, e a previsão de vendas. A integração dessas atividades da cadeia de suprimentos e as tecnologias para realizar esta integração têm necessidades de se tornarem competitivas na maioria das indústrias (Patterson et al., 2003). Segundo Ballou (2006), uma organização não opera sozinha e sua força competitiva pode ser ameaçada caso haja algum elo enfraquecido na cadeia de suprimentos a qual ela pertence.

Neste cenário, a logística tem como missão, conforme Ballou (2001, p. 21), “dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo em que fornece a maior contribuição à empresa”. A grande importância da logística é a redução de custos operacionais e o aumento do nível de serviço prestado ao cliente. Para que uma organização torne-se mais competitiva, a mesma deve aplicar a logística com enfoque sistêmico, de modo a contribuir para o alcance de seus objetivos estratégicos. Ou seja, gerenciar toda a cadeia de suprimento com o auxílio da logística.

A função logística caracteriza-se por um amplo escopo que inclui o planejamento, a alocação e o controle de insumos e produtos de uma organização. Conforme Christopher (1977), nesta abordagem operacional há também o gerenciamento do processo de distribuição física, de estocagem e movimentação dentro da organização ou entre organizações.

Segundo Bowersox e Closs (2001), a logística tem como objetivo central atingir um nível de serviço ao cliente com o menor custo total possível. Consoante isso busca-se oferecer capacidades logísticas alternativas, com ênfase na agilidade, na flexibilidade, no controle operacional, bem como no compromisso para se alcançar um nível de desempenho que implique um serviço perfeito. O importante é entregar o produto certo, no lugar certo, na hora certa e com o custo certo, sendo esse o mais baixo possível.

Conforme Figueiredo e Mora (2007) fatores econômicos, sociais e mercadológicos aumentaram a complexidade da logística: a globalização, significando, por exemplo, a compra e venda de produtos em qualquer local do planeta, a proliferação de produtos e canais de venda, a maior exigência de serviços (entregas rápidas, disponibilidade de informações sobre o status dos pedidos, pós-venda, etc.) Na medida em que se tornavam mais complexas, as atividades logísticas passaram a custar mais e a exigir notáveis investimentos para que seu desempenho estivesse compatível com os requerimentos competitivos. As empresas começaram a refletir, então, sobre a possibilidade de sub-contratar a realização de tais atividades, ao invés de realizá-las internamente. (Fleury, 2003; Wilding & Juriado, 2004).

Para Wanke (2003) dentre os diversos processos relevantes para o gerenciamento de cadeias de suprimento, a logística é um fator fundamental. O sucesso de qualquer arranjo operacional numa cadeia de suprimentos está diretamente relacionado ao componente logístico.

Jawab and Bouami (2007) afirmam que para se obter o domínio do desempenho logístico nas organizações, impõe-se a necessidade de realização de auditorias e diagnósticos, discutindo a complementaridade das duas técnicas e ressaltando que a auditoria é uma operação destinada a verificar a conformidade em relação a uma norma de referência,

enquanto o diagnóstico serve para verificar o valor, a pertinência e a coerência do que é feito. O diagnóstico possui, portanto, dimensão estratégica, podendo determinar ou ser acompanhado da modificação das prioridades da empresa, das suas estruturas e da sua cultura.

Atualmente a logística passou a ser vista como parte do processo de gestão da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento de produtos, serviços e as informações relacionadas, desde o ponto de origem até ponto de consumo, de modo a atender às necessidades dos consumidores, de forma eficiente e eficaz. Neste contexto, conforme Poirier and Reiter (1996); Cooper, Lambert and Pagh (1997); Slack, Chambers e Johnston (2002) tem-se que SCM como a gestão da rede de organizações que se relacionam na direção dos fornecedores (montante) e dos clientes (jusante), dos diferentes processos e atividades que produzem valor na forma de produtos, serviços e informações; conciliando níveis adequados de serviço ao mercado e lucratividade do negócio.

2.2 Tecnologia da informação na gestão da cadeia de suprimentos

Segundo Ghiassi and Spera (2003) a introdução da TI na operação dos negócios está mudando a maneira como as cadeias de suprimento operam. Neste contexto, a gestão da informação tem se mostrado altamente importante na cadeia de suprimentos (Chopra & Meindl, 2003; Feldens & Maçada, 2004a; Fiala, 2005; Yee, 2005).

Chopra e Meindl (2003) apontam a informação como crucial para a tomada de decisão, bem como para o desempenho da cadeia de suprimentos, por dois motivos: i) a informação é elo que conecta a cadeia de suprimento e permite o seu funcionamento; ii) a informação disponibiliza os fatos de que os gerentes da cadeia precisam para tomar suas decisões.

A TI é quem torna possível a publicação, armazenamento e utilização dessa crescente abundância de informações através de sofisticados sistemas de análise, modelagem e apoio à decisão (Boyson, Corsi, & Verbraeck, 2003).

A TI na gestão da cadeia de suprimento têm modificado também os padrões e meios de contato entre as empresas, seus clientes e fornecedores. Os investimentos em tecnologias consideradas padrão no apoio a gestão das cadeias de suprimento proporcionam às empresas uma série de benefícios, tais como (King, 2000; Harris, 2000; Tingle, 2000; Patterson et al., 2003):

- a) acesso global a um espectro maior de parceiros, produtos e serviços;
- b) gestão automatizada de estoques;
- c) rastreamento em tempo real dos processos;
- d) envio de informações sobre transações utilizando meios eletrônicos;
- e) realização de transações financeiras eletrônicas;
- f) colaboração com fornecedores no desenvolvimento de novos produtos.

Uma série de TI está sendo utilizadas para que seja possível o processamento de mais informação, de maneira mais precisa, com maior frequência, de uma quantidade maior de fontes dispersas geograficamente. Conforme Boyson et al. (2003) a TI pode ajudar a superar os problemas que afetam as cadeias de suprimento. O autor aponta que dentre as principais TI existentes, o EDI é um exemplo que possibilita a redução de erros e aumento da eficiência dos processos de trabalho. O EDI é caracterizado como a movimentação eletrônica de documentos-padrão de negócios especialmente formatados, como pedidos, faturas e confirmações, trocados entre parceiros de negócios (Turban, Mclean, & Wetherbe, 2004). Como é uma tecnologia cara, pois necessitava de uma rede privada, tem sido muito utilizada atualmente com a internet.

Gable (1998) define os sistemas ERP como os pacotes de *software* que buscam integrar o amplo espectro de processos e funções, de modo a apresentar uma visão holística de

um negócio, a partir de um único sistema de informação, e com uma única arquitetura de informação. Os sistemas ERP melhoraram o fluxo de informações através das cadeias de suprimentos em tal grau, que se tornaram um padrão de operação (Davenport, 2000).

Para Feldens e Maçada (2004b) o WMS é o sistema de gestão de armazém que rastreia e controla o movimento do inventário dentro do depósito. O ERP é um sistema centralizado, capaz de integrar todos os departamentos e funções das empresas em um sistema unificado de informação, com capacidade de atender a todas as necessidades da organização (Turban et al., 2004). Já o CRM é uma ferramenta inteligente de gestão, capaz de unificar as informações sobre os clientes, e de criar uma visão única, centralizando as interações com estes e antecipando as necessidades dos clientes (Kalakota & Robinson, 2002).

Os sistemas legados foram os primeiros sistemas utilizados na cadeia de suprimentos, são sistemas de TI baseados em tecnologia mainframe que normalmente funcionam em nível operacional em apenas um estágio ou mesmo em uma função dentro de um estágio da cadeia de suprimentos, são construídos como blocos independentes o que dificulta a sua comunicação com outros sistemas (Chopra & Meindl, 2003).

O desenho assistido por computador é um sistema que permite fazer desenhos industriais na tela do computador que posteriormente podem ser armazenados, manipulados e atualizados eletronicamente (Turban et al., 2004).

O rastreamento de frotas é uma tecnologia que pode ser baseada em transmissão via satélite ou através de telefonia celular muito utilizada em vagões de trem e caminhões para possibilitar o acompanhamento do posicionamento destes. Os dados gerados por este sistema de rastreamento alimentam sistemas como o TMS e WMSO. Já o código de barras é uma tecnologia que vem sendo empregada para melhorar a precisão da informação e a velocidade de transmissão dos dados é amplamente usada na gestão de estoques e depósitos, em supermercados, etc. (Feldens & Maçada, 2004b).

As TI elencadas acima, são uma combinação de muitos aplicativos e sistemas utilizados em todos os estágios ou níveis da cadeia. Para entender como as empresas da cadeia de suprimentos compartilham informação, a Seção 2.3 explica o que é o *RFID* e como ele tem sido utilizado pelas empresas na cadeia de suprimentos.

2.3 Tecnologia *RFID*

Segundo Bernardo (2004) o *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, juntamente com outros centros de pesquisa, na década de 1980, iniciou o estudo de uma arquitetura que utilizasse os recursos das tecnologias baseadas em radiofrequência para servir como modelo de referência ao desenvolvimento de novas aplicações de rastreamento e localização de produtos. Desse estudo, nasceu o Código Eletrônico de Produtos (EPC). O EPC definiu uma arquitetura de identificação de produtos que utilizava os recursos proporcionados pelos sinais de radiofrequência, chamada posteriormente de *Radio Frequency Identification (RFID)*.

Para Chao, Yang e Jen (2007), os sistemas da identificação da radiofrequência (*RFID*) ganharam a importância nas tecnologias de comunicação móveis e sem fio, e influenciaram várias indústrias. Uma variedade crescente de empresas está empregando *RFID* para reforçar a habilidade dos seus gerentes de realçar a mudança de organização e de controlar o crescimento em um ambiente cada vez mais do competidor. O *RFID* adiciona inteligência e capacidades às organizações por sua natureza da identificação. As organizações passam a adquirir uma vasta disposição de informações, através da posição e propriedade das entidades fisicamente etiquetadas (Curtin, Kauffman, & Riggins, 2007; Weinstein, 2005).

A tecnologia de *RFID* se trata de uma identificação automática com habilitação para comunicação sem fio (leitura e escrita sem contato direto) (Asif & Mandviwalla, 2005), aplicada a manufatura de tags (etiquetas), que devidamente colocadas em itens, caixas ou

paletes servem de componente iniciador de sensíveis alterações na gestão da cadeia de suprimentos, desde que corretamente suportadas pelos sistemas de informações integrados, tanto internos como externos à empresa. Neste contexto, possibilitam o acompanhamento de um produto, em tempo real, por toda a cadeia de suprimentos, proporcionando altíssimos ganhos de produtividade operacional e garantindo a segurança na manipulação e comercialização destes produtos (WirelessBR, 2009).

A Figura 1 demonstra a sequência de funcionamento do sistema *RFID*. Primeiramente, a etiqueta que possui informações do material a ser monitorado (caixas, *pallets*, peças, veículos), é lida através de ondas eletromagnéticas emitidas pelas antenas. Estas antenas estão vinculadas a leitores que transmitirão as informações obtidas (por exemplo, que horário a caixa passou no ponto de verificação, ou em que ponto de verificação foi realizada a leitura) para o sistema *RFID* (*middleware*), onde são tratados os dados. Este *middleware*, por sua vez, realiza a integração com os sistemas gerenciais da empresa.

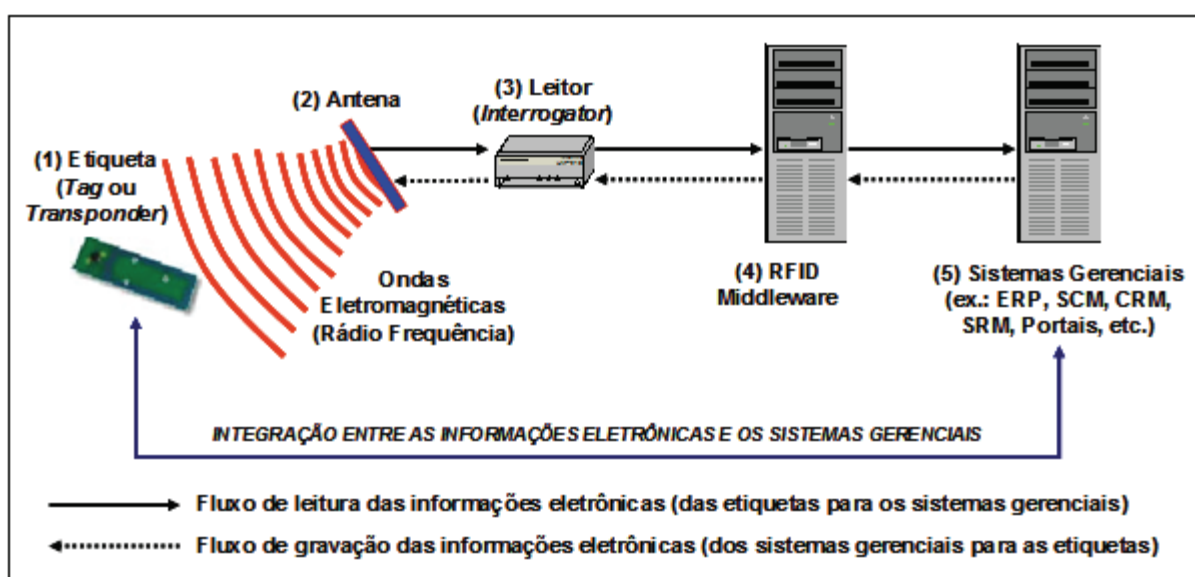


Figura 1. Esquemática do sistema básico de *RFID*

Fonte: Zwicker, R., Pedroso, M. C., & Souza, C. A. (2007). Um estudo exploratório sobre a adoção de RFID no Brasil. *Anais do Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 31.

Esta tecnologia é usada em gerenciamento de cadeia de suprimentos para rastrear o movimento de mercadorias pelo mundo todo e para controle do inventário. No varejo, a *RFID* permite relacionar os produtos com informações pessoais dos consumidores, facilitando seu rastreamento e vigilância. Caso essas informações pudessem ser relacionadas a cartões de crédito, telefone celular, informações bancárias, poder-se-ia ter um perfil completo sobre hábitos de compra, preferências pessoais, movimentos e gastos pessoais. A indústria varejista será beneficiada, com o uso desta tecnologia de diversas maneiras, dentre elas, a redução dos custos, devido ao aumento da eficiência dos processos e a satisfação do consumidor que encontrará sempre os produtos desejados. Conseqüentemente, pode-se prever um aumento no volume das vendas e a transformação do processo de compra em uma experiência mais agradável e confortável, o que vai de encontro ao novo perfil dos consumidores (WirelessBR, 2009). Mas, o seu uso não se restringe apenas a aplicações na indústria varejista, esta tecnologia já está sendo utilizada em outras áreas como saúde, monitoramento de crianças nas escolas, passaportes, etc., atendendo setores em que o código de barras já não dá suporte às necessidades de automação.

A *RFID* é uma tecnologia emergente substituta aos códigos de barras tradicionais (Chuang, 2005, Wang, Chen, Ong, Liu, & Chuang, 2005), e também é uma tecnologia de transformação que pode ajudar a reduzir desperdício, limitar roubos, gerir inventários, simplificar a logística e até aumentar a produtividade. Uma das maiores vantagens dos sistemas baseados em *RFID* é o fato de permitir a codificação em ambientes hostis e em produtos onde o uso de código de barras não é eficiente (Bernardo, 2004).

Recentemente, a *RFID* está ganhando a importância e popularidade em muitas áreas tais como: rastreamento da bagagem de linha aérea, chaves eletrônicas de segurança, pagamento dinâmico em pedágios e rastreamento de bens, etc. (Angeles, 2005; Karkkainen, 2003; Srivastava, 2004).

Conforme Wyld (2006) existem três elementos necessários para a *RFID* trabalhar, são eles: etiquetas, leitores e um *software* para unir os componentes da tecnologia para um sistema de processamento de informação amplo. O funcionamento acontece quando o leitor envia um sinal de rádio e a etiqueta responde com sua própria identificação, a partir daí o leitor, então, converte as ondas de rádio retornadas de uma etiqueta com informações que podem ser passadas em um sistema de processamento de informação para filtrar, categorizar, analisar e disponibilizar ação, baseada na identificação da informação.

3 Aspectos metodológicos

3.1 Tipo de estudo, objetivo e técnicas adotadas

Este estudo se caracteriza por ser uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, através de estudo de caso, o qual, segundo Yin (2005, p. 32), trata-se de uma “investigação empírica”, que visa investigar um fenômeno contemporâneo inserido em um contexto, especialmente quando “os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”, como no caso em questão.

Pretende-se identificar a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos, procurando constatar vantagens e desvantagens, bem como verificar os valores e os indicadores alcançados no nível operacional e gerencial, em termos de redução de custos, redução de capital aplicado e melhoria dos serviços (ações), em função dos itens estoque, transporte, instalação/armazenagem e informação (recursos).

Conforme Koeche (2004) primeiramente buscou-se, por meio de uma revisão bibliográfica, pesquisas e estudos já realizados na área, uma base conceitual para a consolidação do referencial teórico a ser utilizado no desenvolvimento do estudo.

A entrevista individual em profundidade é a técnica fundamental da pesquisa qualitativa, pois apresenta o propósito de descobrir questões implícitas, onde o respondente é induzido a comentar sobre suas crenças, atitudes e informações subjacentes ao tema em estudo (Malhotra et al., 2005). Este estudo utilizou a entrevista em profundidade como técnica de coleta de dados, sendo a técnica que melhor se adaptou ao contexto metodológico da pesquisa.

O construto para identificar a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos, utilizado nesse estudo foi adaptado de Manãs e Giordano (2007) e de Ngai, Moon, Riggins and Yi (2008). O instrumento apresentado aos respondentes continha 16 questões, o qual foi medido utilizando uma escala *Likert* de cinco pontos, em que são atribuídos pontos às diferentes categorias de resposta, em que 1 discorda muito e 5 concorda muito (Roesch, 1996). Para análise e interpretação dos dados, o método utilizado se deu de acordo com a Análise de Conteúdo, pois, segundo (Bardin, 2004), consiste em elementos que permitem a apreciação das comunicações e fornecem informações suplementares.

O estudo foi realizado em três empresas, sendo duas de grande porte e uma de médio porte, localizadas na região central do Rio Grande do Sul. As empresas terão sua identidade preservada por questões estratégicas, sendo denominada neste estudo por Alfa, Beta e Gama, as quais foram questionadas com relação à adoção da tecnologia *RFID* e seus impactos na logística interna e sua cadeia de suprimentos.

3.2 Os Casos estudados: as três empresas da região central do Rio Grande do Sul

Para a análise dos reflexos da adoção da tecnologia *RFID*, foram escolhidas três empresas de diferentes ramos de atuação, mas que são empresas líderes em seus segmentos de atuação.

A primeira empresa observada, aqui denominada Alfa, é considerada uma empresa de grande porte no processamento de fumo, instalada no Rio Grande do Sul. A tecnologia *RFID* foi adotada há um ano na etiquetagem de materiais que passam em uma esteira de separação. Esses materiais, ao serem transportados por esta esteira são identificados e separados conforme a necessidade e classificação (semelhante a uma esteira de bagagem de aeroporto) e é dado prosseguimento ao processo produtivo.

A segunda empresa, Beta, é uma empresa de grande porte atuante no ramo metal-mecânico, produzindo peças plásticas para o setor automotivo de transporte coletivo. Possui cerca de 700 funcionários e têm mais de 25 anos de atuação no mercado. A tecnologia *RFID* foi implantada há oito meses no gerenciamento do AX de ferramentas. Este possui mais de 18.000 ferramentas, sendo que, anteriormente, toda a gestão, armazenagem, endereçamento e entrega dos materiais eram realizados através de controle manual e planilhas eletrônicas. Atualmente todo material que entra e sai desse armazém, é identificado através de rádio frequência.

A terceira empresa, Gama, é considerada de médio porte, fabricante de componentes eletro-eletrônicos, tendo como principal cliente a indústria de eletrodomésticos e com mais de 20 anos de atuação no mercado. Usuária da tecnologia há mais de três anos, ela utiliza a tecnologia em todas as etapas do processo produtivo, desde a fabricação, etapas de teste, armazenagem e saída desses materiais para os clientes. Todos esses processos e informações geradas são acompanhados em tempo real pelos gestores através do sistema de gerenciamento.

4 Resultados e discussões

4.1 Vantagens na utilização da tecnologia *RFID*

De acordo com os entrevistados, as principais vantagens na utilização da tecnologia *RFID* são a não necessidade de interação humana na leitura dos dados, acuracidade das informações e possibilitar a integração com o sistema de gerenciamento da empresa, como um ERP, bem como com toda a cadeia de suprimentos.

O fato da leitura dos dados não ser realizada diretamente com o auxílio de interação humana acarreta em uma maior velocidade na transmissão das informações, por exemplo, na separação automática dos materiais, havendo assim, uma redução nos erros operacionais. Esse dado se confirma ao observar os resultados obtidos pela empresa Alfa na separação correta dos produtos, sendo de 99,3%. O percentual de erro (0,7%) é atribuído a problemas operacionais que não possibilitam ao sistema fazer a separação corretamente. Antes da implementação da tecnologia, algo em torno de 20% dos materiais não eram identificados e necessitavam retornar ao início do processo, gerando um acúmulo de materiais e retrabalhos.

Já para a empresa Beta, através do gerenciamento do AX de ferramentas, os gestores sabem em tempo real quais as ferramentas que estão em uso na produção (consequentemente sabem quais os produtos que estão sendo ou foram fabricados) e conseguem programar de maneira mais apropriada as próximas atividades. Também conseguem identificar quais ferramentas não estão sendo utilizadas ou que não possuem movimentação em um determinado tempo. Consoante a isso, a confiança nos dados sofreu forte impacto, aumentando a acuracidade de informações e reduzindo os retrabalhos. Este retrabalho era devido ao grande número de erros de armazenagem que eram consequências do controle manual das informações.

No caso da empresa Gama, que está utilizando a tecnologia em praticamente todo o processo produtivo, iniciando pela fabricação, testes de funcionalidade dos itens produzidos, controle do estoque e saída de materiais, os ganhos no gerenciamento das etapas através de acompanhamento em tempo real das atividades que estão sendo executadas é muito grande e foi apontado como uma das principais vantagens pelo entrevistado. Porém o controle de estoque foi o item que mais obteve resultado, aumentando a acuracidade para algo em torno de 99%.

A relação com parceiros internos se elevou em todas as empresas, devido à agilidade que o sistema *RFID* permite, entretanto, não foram observadas mudanças significativas no relacionamento com os parceiros externos, porém as empresas entendem que existe um grande campo de integração com fornecedores e clientes.

Outro ponto positivo observado pelas empresas analisadas foi o fato do *RFID* estar ou possibilitar a integração com ERP, gerando uma maior rastreabilidade dos dados. Como as informações são transmitidas em tempo real possibilitam uma melhor gestão dos processos. Através da união do sistema *RFID* e um *software* para a gestão do AX, a empresa Beta reduziu o tempo de armazenagem e retirada das ferramentas de suas prateleiras, sendo que 30% da mão-de-obra envolvida diretamente na operação de armazenagem e entrega de ferramentas para produção foram reduzidas.

Em todas as empresas foi constatado que o sistema *RFID* foi aprovado, gerando vantagens em vários setores, além de benefícios financeiros apesar do custo da tecnologia. Com relação à empresa Alfa, há a intenção de expandir o sistema em outras áreas, além das já atuantes, agregando a solução ao produto final e difundindo-a em todas as unidades da empresa. Na empresa Beta, a expansão será feita para o controle da matéria-prima (projeto em andamento), além da criação de um sistema para agilizar a transmissão de informação para fornecedores e clientes.

4.2 Dificuldades na utilização da tecnologia *RFID*

As principais dificuldades observadas pelas três empresas no início da implantação do *RFID* foram o posicionamento das antenas e a escolha do melhor tipo de etiqueta e equipamentos para cada caso. Neste ponto é importante a assessoria de uma empresa especializada para auxiliar na escolha da melhor solução para equipamentos e *software*. Além disso, se fez necessário a alteração de processos e treinamento para os usuários, e principalmente para os técnicos das áreas de suporte e TI. Cabe ressaltar que na questão operacional não houve necessidade de alteração do grau de instrução dos funcionários devido à facilidade de utilização do sistema.

Outro ponto de atenção observado pela empresa Gama é a questão do avanço tecnológico dos leitores. Como eles estão em evolução constante é necessário programar sempre a sua substituição. Os leitores utilizados atualmente por esta empresa não são os mesmos utilizados na implantação há três anos.

Apesar dos elevados gastos iniciais para a implantação da tecnologia ter sido apontado como a principal desvantagem em relação aos outros sistemas (como o código de barras, por exemplo), os investimentos para implantação e manutenção foram justificados pelos benefícios financeiros, diminuindo processos e procedimentos relacionados diretamente com a gestão de estoque de materiais e mão-de-obra utilizada no controle. Foi ressaltado pela empresa Beta que os investimentos devem ser feitos nos equipamentos certos, além de uma boa equipe de desenvolvimento de *software* e da infraestrutura necessária para o sistema, como rede de *wireless* e local para fixação das etiquetas (a etiqueta não deve estar em contato direto com itens metálicos). Para esta mesma empresa, estima-se que o retorno do investimento se dê em menos de 12 meses após a implantação.

4.3 Impactos na introdução da tecnologia *RFID*

O impacto da introdução de uma solução *RFID* pode ser demonstrado através de indicadores alcançados no nível operacional e gerencial, em termos de redução de custos, redução de capital aplicado e melhoria dos serviços (ações), em função dos itens estoque, transporte, instalação/armazenagem e informação (recursos). Este estudo utilizou o constructo adaptado de Manãs e Giordano (2007) e de Ngai et al., (2008), consoante isso o impacto percebido pelas empresas Alfa, Beta e Gama são apresentados nas Figuras 2 e 3.

	Empresa Alfa	Empresa Beta	Empresa Gama
Eficiência da força de trabalho	5	4	5
Controle individual dos itens	5	5	5
Visibilidade interna e externa	4	5	5
Redução do tempo e ações no manuseio	5	5	5
Otimização operacional geral	4	4	5
Velocidade na captura	5	5	5
Captura de mais dados em cada transação	5	4	5
Maior resistência física em relação ao ambiente	5	3	3
Maior resistência lógica em relação ao ambiente	4	4	4
Eliminação de erros	4	5	4
Maior agilidade no processo	4	5	5
Rastreabilidade	5	3	4
Integração com sistemas internos	4	4	5
Integração com sistemas externos	3	2	3

Figura 2. Indicadores no nível operacional

Fonte: Coleta de dados.

	Empresa Alfa	Empresa Beta	Empresa Gama
Redução de custos			
Estoque	4	4	5
Transporte	3	5	3
Instalações	4	4	4
Armazenamento	4	5	5
Informação	5	5	5
Redução de capital			
Estoque	4	4	4
Transporte	3	4	3
Instalações	4	4	3
Armazenamento	4	4	3
Informação	5	4	4
Melhoria nos serviços			
Estoque	5	5	5
Transporte	4	5	4
Instalações	4	4	5
Armazenamento	5	5	5
Informação	5	5	5

Figura 3. Indicadores no nível gerencial

Fonte: Coleta de dados.

Quando observado os indicadores no nível operacional, percebe-se que nas três empresas analisadas, a implantação do sistema acarretou em melhorias nas diversas etapas de seus processos, como maior agilidade do processo leitura, redução de erros, maior controle individual dos itens, redução nos tempos de operação e maior rastreabilidade dos componentes, o que corrobora com as citações de Asif and Mandviwalla (2005); Chuang (2005) e Wang et al., (2005).

O item que apresentou a menor concordância para as três empresas foi a questão da integração das informações com os sistemas externos, cuja justificativa foi atribuída ao pouco tempo de utilização da solução *RFID*. As três empresas indicaram a tendência de expansão do sistema para os seus clientes e fornecedores, porém ainda estão em fase de amadurecimento do sistema.

Com relação aos indicadores no nível gerencial, onde foram analisados a redução de custos, capital e melhoria dos serviços para estoque, transporte, instalações, armazenamento e informação, observou-se a evolução dos quesitos após a implantação do *RFID*, sendo percebido pelos gestores das empresas as vantagens da implantação desse sistema, principalmente no item informação. Para Chao et al., (2007) e Curtin et al., (2007), uma das principais vantagens para os gestores é a vasta disposição de informações provenientes do sistema, o que é comprovado pela visão dos entrevistados. Também, segundos esses autores, uma variedade crescente de empresas, nos mais diversos ramos de atuação, está empregando o *RFID* para obter vantagens competitivas, resultado que pode ser comprovado pelas entrevistas realizadas.

5 Considerações finais

A *RFID* é uma tecnologia emergente, que visa substituir o código de barras, ocasionado a redução de desperdício, gerir inventários, simplificar a logística, bem como aumentar a eficiência dos processos, consoante isso a empresa torna-se mais competitiva, em um ambiente cada vez mais globalizado. Como objetivo principal desse estudo, procurou-se analisar a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos, verificando as suas vantagens e desvantagens tanto a nível operacional, quanto gerencial.

Verificou-se que, apesar das empresas atuarem em cadeias distintas, todas apresentaram uma série de vantagens, como melhorias nos serviços internos (transporte, armazenagem, informação e etc.), com destaque especial para a acuracidade das informações, evidenciado pelas três empresas, eliminação de erros e consequente melhoria na eficiência operacional, o que corrobora com as teorias de (WirelessBR, 2009; Bernardo, 2004). Ainda foi apontado que, apesar de ser uma tecnologia emergente, já está substituindo o código de barras com vantagens significativas.

Outro fator preponderante para a adoção dessa solução é o fato de poder integrá-la com o sistema de gerenciamento das empresas, como um ERP, possibilitando aos gestores verificar as informações de todo o processo produtivo de maneira rápida, confiável e em tempo real. Esta integração é o primeiro passo para a expansão do sistema para o restante da cadeia de suprimento.

As empresas apontaram que a integração com os parceiros externos não sofreu grandes impactos, este fato pode ser atribuído à questão de que todas utilizam a tecnologia há pouco tempo. Isto é corroborado pelas entrevistas, onde foi verificado que há a intenção de expandir o sistema para cobrir todos os processos internos, sendo identificado um grande potencial para integração com o restante da cadeia.

Apesar do elevado investimento inicial apontado como principal empecilho para a sua utilização, tanto a empresa Beta como a Gama indicaram que o retorno financeiro do investimento ocorre em pouco tempo e, no caso da Beta, isto aconteceu em menos de um ano.

Sendo assim, pode-se concluir com esse estudo que, apesar da utilização de identificação de produtos através de radio frequência possuir um elevado investimento inicial, seus benefícios transpassam as barreiras iniciais e demonstram, além de muitos benefícios identificados logo após a sua implantação, um grande potencial ainda por ser explorado, principalmente no que se refere à integração com a cadeia de suprimentos.

Por fim, destacam-se as limitações deste estudo no que se refere à sua capacidade de generalização, visto que foi explorada apenas a realidade de três empresas. Por conseguinte, sugere-se uma análise mais abrangente, avaliando a importância da tecnologia *RFID* nos sistemas e processos a outras empresas. Em acréscimo, são pertinentes estudos que enfoquem a comparação entre regiões, setores, cadeias produtivas ou até mesmo diferentes percepções entre diversos atores inseridos neste contexto.

6 Referências

Angeles, R. (2005). RFID technology: Supply-chain applications and implementations issues. *Information Systems Management*, 22(1), 51-65.

Asif, Z., & Mandviwalla, M. (2005). Integrating the supply chain with RFID: a technical and business analysis. *Communications of the Association for Information Systems*, 15(24), 393-426.

- Ballou, R. H. (2001). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial* (4a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Ballou, R. H. (2006, setembro/dezembro). The evolution and future of logistics and supply chain management. *Produção*, 16(3), 375-386.
- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo* (3a ed.). Lisboa: Edições 70.
- Bernardo, C. G. (2004, setembro). A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios. Revista Eletrônica UNIBERO de Produção Científica: Unibero – Centro Universitário Ibero-Americano (on-line). Recuperado em 10 julho, 2009 de http://www.unibero.edu.br/download/revistaeletronica/Set04_Artigos/A%20Tecnologia%20RFID%20-%20BSI.pdf
- Boyson, S., Corsi, T., & Verbraeck, A. (2003). The e-supply chain portal: a core business model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 175-192.
- Byrd, T. A., & Davidson, N.W. (2003). Examining possible antecedents of IT impact on the supply chain and its effect on firm performance. *Information & Management*, 41(2), 243-255.
- Bowersox, D. J., & Closs, D. J. (2001). *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas.
- Chao, C., Yang, J., & Jen, W. (2007). Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*, 27(5), 268-279.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2003). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Prentice Hall.
- Christopher, M. (1997). *Distribution, planning and control, a corporate approach*. Hants: Gower.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., & Pagh, J. D. (1997). Supply chain management: more than a new name for Logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), 1-14.
- Courá, D. P. (2003). A importância da logística no transporte de produtos refrigerados no Brasil: um estudo de caso na empresa Perdigão Agroindustrial. Tese de doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Chuang, Y. W. (2005). An exploration of application of radio frequency identification technology in hospitals. *Working Paper*, National Taiwan University.
- Curtin, J., Kauffman, R. J., & Riggins, F. J. (2007). Making the MOST out of RFID technology: a research agenda for the study of the adoption, usage, and impact of RFID. *Information Technology and Management*, 8(2), 87-110.
- Davenport, T. H. (2000). *Ecologia da informação* (3a ed.). São Paulo: Futura.

- Feldens, L. F., & Maçada, A. C. G. (2004a). Impacto da tecnologia da informação na gestão das cadeias de suprimentos: um estudo de casos múltiplos. *CD Room do Congresso Anual de Tecnologia de Informação*, São Paulo, SP, Brasil, 3.
- Feldens, L. F., & Maçada, A. C. G. (2004b). A adoção de tecnologia da informação na gestão das cadeias de suprimento: estudo exploratório. *CD Room do Congresso Anual de Tecnologia de Informação*, São Paulo, SP, Brasil, 3.
- Fiala, P. (2005). Information sharing in supply chains. *Omega*, 33(5), 419-423.
- Figueiredo, K. F., & Mora, D. M. M. (2007). A Segmentação dos operadores logísticos no mercado Brasileiro de acordo com suas capacitações para oferecer serviços. *Anais do Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 31.
- Fleury, P. F. (2003). Terceirização logística no Brasil. In Figueiredo, K. F., Fleury, P.F., & Wanke, P. (Eds). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. (pp. 313-324). São Paulo: Atlas.
- Gable, G. (1998). Large package software: a neglected technology. *Journal of Global Information Management*, 3(6), 3-4.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2002). *Administração da produção e operações*. (8a. ed.) São Paulo: Pionera Thomson Learning.
- Ghiassi, M., & Spera, C. (2003). Defining the internet-based supply chain system for mass customized markets. *Computers & Industrial Engineering*, 45(1), 17-41.
- Gunasekaran, A., & Ngai, E. W. T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*. 159(2), 269-295.
- Harris, R. (2000). Choose purchasing software wisely. *Electronic Buyers' News*, (1229).
- Jawab, F., & Bouami, D. (2007, october). Contribution à la mise au point d'une démarche d'audit logistique: Application à une entreprise marocaine. *5eme Conference Internationale Conception et Production Intégrées*. Recuperado em 14 abril, 2008 de <http://www.supmeca.fr/cpi2007/articles2007/CPI2007-106-Jawab.pdf>.
- Kalakota, R., & Robinson, M. (2002). *E-business: estratégias para alcançar o sucesso no mundo digital*. (2a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Karkkainen, M. (2003). Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 31(10), 529-536.
- King, J. (2000). Electronic procurement catching on among businesses. *Computerworld*, 2(34), 41-43.
- Köche, J. C. (2004). *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à*

pesquisa (22a ed.). Petrópolis: Vozes.

Li, Z., & Kumar, A. (2005). Supply chain network scenario design and evaluation. *International Journal of Logistics: research and applications*, 8(2), 107-123.

Mañas, A. V., & Giordano, C. V. (2007). Um estudo sobre os impactos de tecnologias emergentes: o caso das etiquetas de rádio frequência na gestão da cadeia de suprimentos. *Anais do Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 31.

Malhotra, N. K. et al. (2005). *Introdução à Pesquisa de Marketing* (1a ed.). São Paulo: Prentice Hall.

Mollenkopf, D., & Dapiran, G. P. (2005). The importance of developing logistics competencies: a study of Australian and New Zealand firms. *International Journal of Logistics: research and applications*, 8(1), 1-14.

Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., & Yi, C. Y. (2008). RFID research: an academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 510-520.

Patterson, K. A., Grimm, C. M., & Corsi, T. M. (2003). Adopting new technologies for supply chain management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 95-121.

Poirier, C., & Reiter, S. (1996). *Supply Chain Optimization*. San Francisco: Berret-Koehler.

Roesch, S. M. A. (1996). *Projetos de estágio do curso de administração: guia para pesquisas, projetos, estágios e trabalho de conclusão de curso*. São Paulo: Atlas.

Samaddar, S., Nargundkar, S., & Daley, M. (2006). Inter-organizational information sharing: the role of supply network configuration and partner goal congruence. *European Journal of Operational Research*, 174(2), 744-765.

Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., & Hnston, R. (1997). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da produção* (2a ed.). São Paulo: Atlas.

Srivastava, B. (2004). Radio frequency ID technology: the next revolution in SCM. *Business Horizons*, 47(6), 60-68.

Tingle, A. (2000). EDI: antiquated or ready for a rebirth. *Apparel Industry Magazine*, 61(1), 58-60.

Turban, E., Mclean, E., & Wetherbe, J. (2004). *Tecnologia da informação para gestão: transformando os negócios na economia digital*. (3a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Wang, S.W., Chen, W. H., Ong, C. S., Liu, L., & Chuang, Y. W. (2005). RFID applications in hospitals: A case study on a demonstration RFID project in a Taiwan hospital. In: Sprauge, R. (Ed.), *Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Science*, Kauai, HI, 39.

Wanke, P. (2003). *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia logística: conceitos, implicações e análise da realidade brasileira*. São Paulo: Atlas.

Weinstein, D. (2005). RFID: A technical overview and its application to the enterprise. *IT Professional*, 7(3), 27-33.

Wilding, R., & Juriado, R. (2004). Customer Perceptions on logistics outsourcing in the European consumer goods industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(8), 28-48.

WirelessBR. (2009). Recuperado em 15 setembro, 2009 de http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html

Wyld, D. C. (2006). RFID 101: the next big thing for management. *Management Research News*, 29(4), 154-173.

Yee, S. T. (2005). Impact analysis of customized demand information sharing on supply chain performance. *International Journal of Production Research*, 43, 3321-3351.

Yin, R. K. (2005). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (3a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Zwicker, R., Pedroso, M. C., & Souza, C. A. (2007). Um estudo exploratório sobre a adoção de RFID no Brasil. *Anais do Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 31.